

Тема 5 Екологічна і еколого-медична характеристика гідросфери

План

5.1 Загальні відомості про гідросферу

5.2 Баланс прісної води

5.3 Фактори екологічного неблагополуччя гідросфери

5.3.1 Шляхи впливу гідросфери на людину

5.3.2 Механізми нейро- і нефротоксичності

5.4 Неорганічні забруднювачі гідросфери

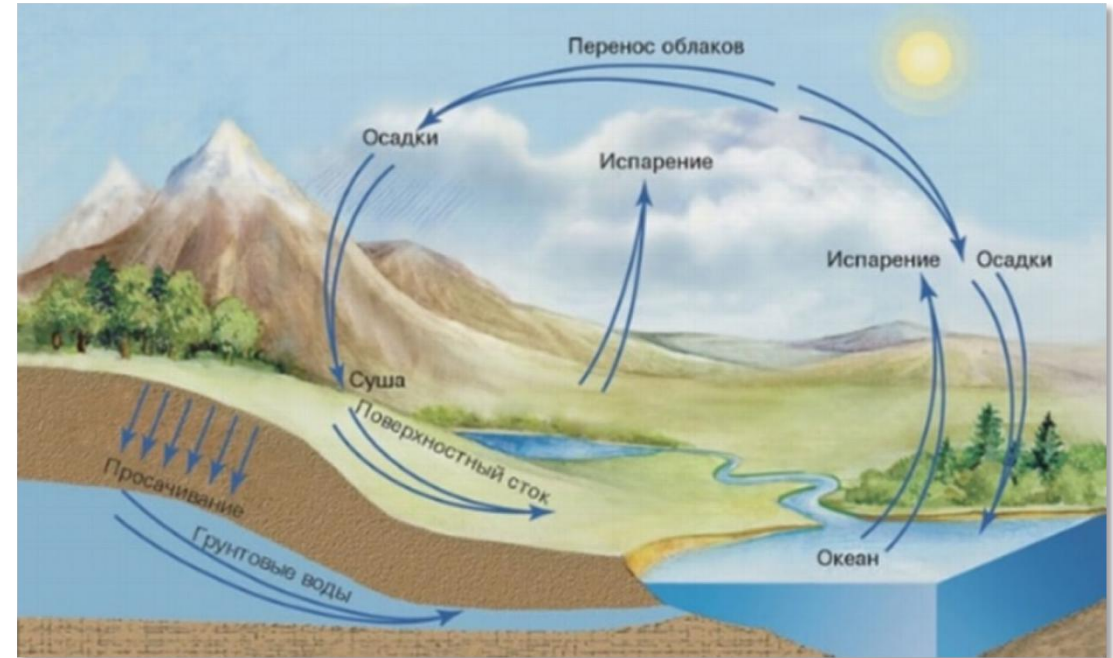
5.5 Органічні забруднювачі гідросфери

5.6 Способи зниження змісту ксенобіотиків у питної води

5.1 Загальні відомості про гідросферу

Гідросферою називають сукупність всіх вод Землі: материкових (поверхневих, ґрунтових, глибинних), океанічних і атмосферних.

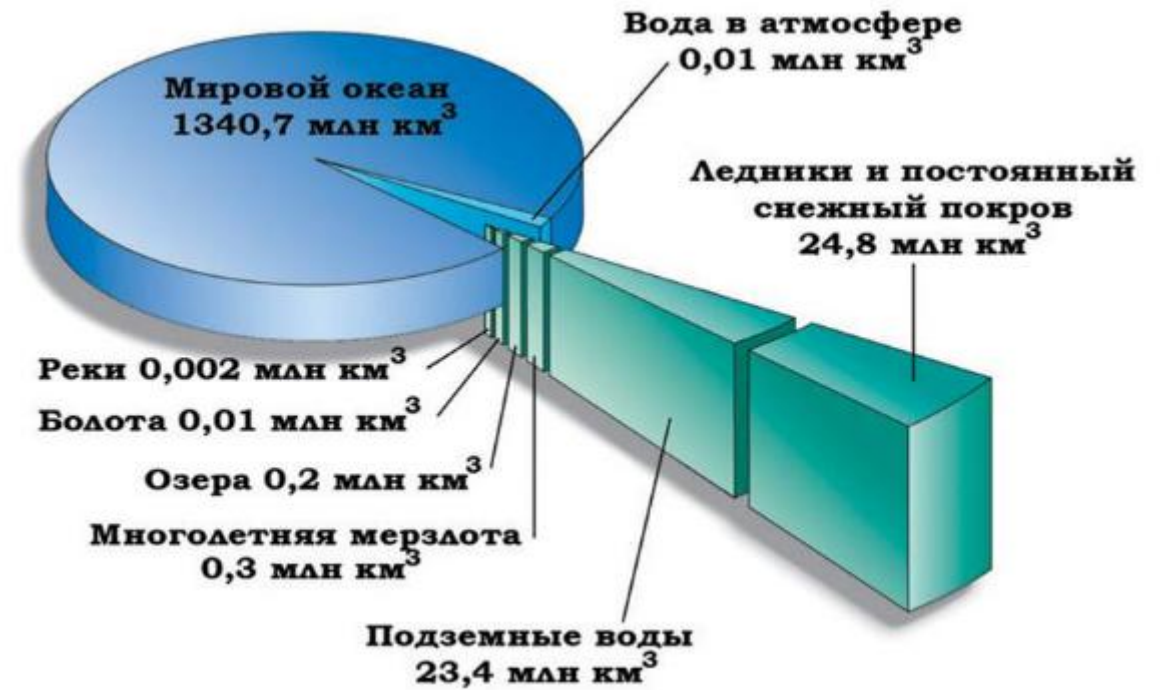
Площа, яку займає гідросфера Землі, не постійна. Нижня межа поширення гідросфери - 75% поверхні Землі. Однак в зимовий період в північній півкулі через утворення снігового покриву ця цифра може сягати 83%.



Загальний обсяг водних запасів на планеті - 1,4 млрд км³. З цього об'єму 91-92% - солоня морська вода, в якій міститься приблизно одна чайна ложка солей на склянку води. Лід, що міститься на полюсах і в горах, становить ще 2,2%. Прісна вода річок, озер, підземних водоносних горизонтів - всього 0,6%. Решта - пари води в атмосфері. Отже, кількість придатної для використання води на Землі досить невелика.

За найбільш поширеною теорією вода на Землі виникла шляхом дегазації первинної речовини Землі. Цей процес вже пройшов і йде в дуже невеликих масштабах в розломах на дні океанів (так звані чорні і білі курці). Причому там же, в згаданих рифтових долинах вода під великим тиском проникає в земну кору і потім разом з первинними (ювенільними) водами виноситься на поверхню океану.

<https://youtu.be/eE0Cog0CC7s> - 3 точки зору науки:
Народження океанів (National Geographic)



5.2 Баланс прісної води

Основні функції води на Землі:

- стабілізація умов середовища на поверхні Землі (температури, газового складу атмосфери);
- планетарна транспортна система;
- планетарний акумулятор неорганічної і органічної речовини;
- універсальний розчинник (утворення колоїдних розчинів у біосистемах).

В Європі випадає в середньому трохи більше 800 мм опадів на рік, тобто близько 800 л/м² земної поверхні. Розподіл цієї кількості наступний:

- 37% стікає в водойми, змиваючи забруднювачі з поверхні землі;
- 35% випаровується рослинами;
- 14% просто випаровується з поверхонь;
- 14% проникає в водойми.

З цієї кількості 7% води використовувати для пиття не можна в силу її забруднення. Залишається 7% придатної для пиття води, тобто приблизно 50 мм на рік. На питні потреби в даний час потрібно приблизно 10 мм, на потреби промисловості - 35 мм. Отже, вже зараз витрачається приблизно 45 мм хімічно бездоганної води. Резерв, який залишається становиться всього 5 мм. Цього явно недостатньо. Отже доводиться постійно збільшувати споживання води з наземних джерел, які вже зараз забруднені.

Існує пряма кореляція між кількістю споживаної води і рівнем розвитку цивілізації. Людина кам'яного віку споживала менше 10 л води на добу, в період античності в Римі - 700 л. На початку XX ст. в містах Західної Європи на одного жителя витрачалося приблизно 50 л води на добу, в 1968 р. в містах Європи - 475 л. З усієї кількості спожитої води 2 л йде на задоволення життєвих потреб, 10-20 л - на сантехнічні потреби, 100 л - для прийняття ванни або душу, ще більше для прання білизни - до кілька сотень літрів, хоча сучасні пральні машини характеризуються меншим споживанням води.

Великими потребами відрізняється промисловість, яка дуже часто для своїх потреб використовує питну воду. Наприклад, для виробництва 1 т паперу потрібно до 70 м³ води, 100 л пива - 21 м³, 1 т пряжі - 200 м³, 1 т сталі - 25 м³, випуску одного автомобіля - 300 м³ води.

5.3 Фактори екологічного неблагополуччя гідросфери

Серед всієї сукупності факторів екологічного неблагополуччя гідросфери можна виділити три великі групи, які різняться як за масштабами, так і за їх ступеня впливу на гідросферу:

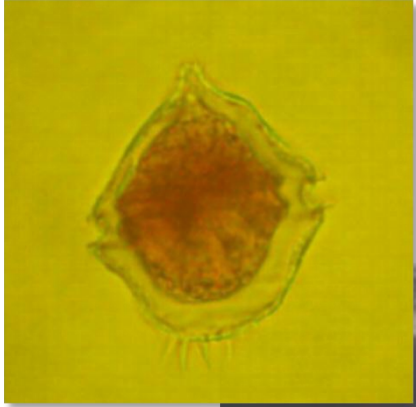
- фізико-хімічні фактори,
- хімічні токсичні речовини,
- хімічно необхідні з'єднання.

Фізико-хімічні фактори. Це тепло, каламутність, швидкість течії води.

Найпотужніше джерело теплового забруднення водойм - атомні електростанції. Джерела каламутності - кар'єри і каменоломні. Стічні води каменоломень роблять воду каламутною, погіршується проникнення світла і падає біологічна продукція кисню. Донні організми покриваються шаром осаду і гинуть. Будівництво гідротехнічних споруд тягне за собою зміну швидкості течії річок. Так, звуження річки призводить до порушення екологічної рівноваги, підвищення швидкості течії, в результаті чого гинуть багато організмів і рослин. Навпаки, зарегулювання стоку річок шляхом будівництва гідроелектростанцій веде до уповільнення швидкості течії, до насичення води біогенними елементами. Останнє супроводжується масовим розвитком фітопланктону - дінофлагелят *Gonyaulax*, *Peridinium* і синьо-зелених водоростей з роду *Anabaena* та ін.

Токсин фітопланктону ***Gonyaulax* - сакситоксин** - виділений з морських і прісноводних мікрowodоростей і являє собою дігуанідіновое похідне з жорстким трициклічним скелетом і гідратованою 12-карбонільною групою в піролідіновому кільці. За біологічною дією це з'єднання є блокатором натрієвих каналів і тому порушує процеси електричної збудливості мембран нервових і м'язових клітин.

З прісноводної водорості ***Anabaena*** виділений **анатоксин А** - сильний нейротоксин, який у великих дозах викликає смерть протягом 2-7 хв. При масовому розмноженні синьо-зелених водоростей ці організми - причина випадків масового отруєння тварин, птахів. Причиною розвитку окремих спалахів шлунково-кишкових захворювань з неясною етіологією служить також масовий розвиток в водоймах синьо-зелених водоростей.



Gonyaulax spinifera

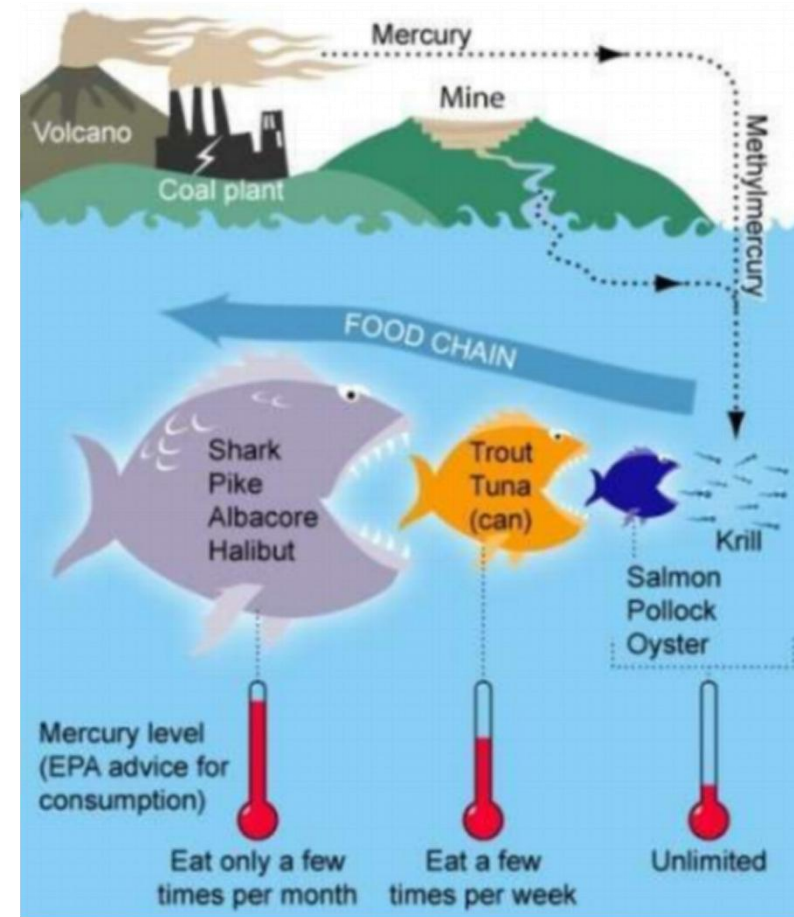


Anabaena spp.

Хімічні токсичні речовини

Більшість із забруднюючих гідросферу компонентів виконують в живих організмах функції інгібіторів будь-яких процесів (важкі метали, ціаністі сполуки, вуглеводні). Вони пригнічують життєдіяльність водних організмів, тому на значних ділянках річок процеси самоочищення відбуваються дуже слабо або зовсім не відбуваються.

У харчових ланцюгах отрути концентруються і потрапляють в організм тварин і людини. Прикладом того, як з'єднання, яке потрапляє у водойму в незначних концентраціях, стає причиною отруєнь і навіть смертей у людини є хвороба Мінамата.



Хімічно необхідні з'єднання

До них відносяться добрива, що потрапили з полів у водойми, фосфати, які містяться в ряді миючих засобів, пральних порошоків та ін. Ці компоненти є джерелом біогенних елементів і насичують ними воду, що призводить до підвищення біологічної продуктивності (евтрофікації) водойм. Подальший розвиток синьо-зелених водоростей супроводжується зміщенням екологічної рівноваги і поступовим заболочуванням водойм, тобто їх загибеллю.

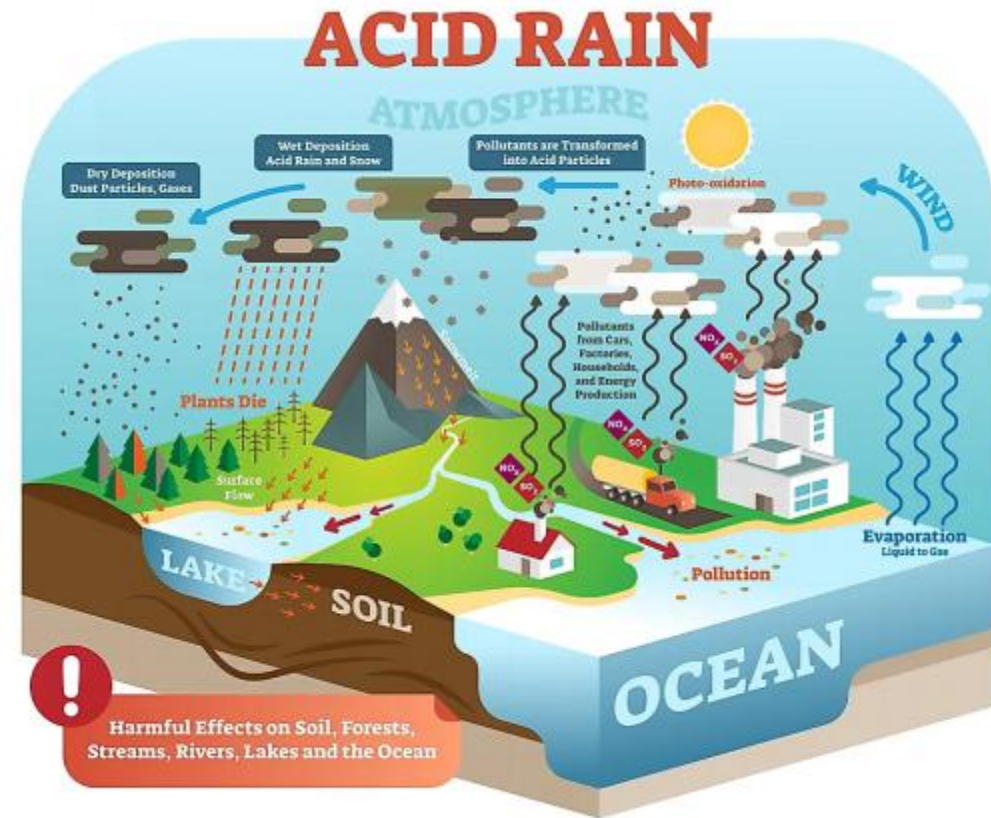
Так як в біосфері всі процеси взаємопов'язані, то екологічний стан гідросфери безпосередньо залежить від стану атмосфери і літосфери. Забруднювальні компоненти атмосфери і літосфери в кінці кінців потрапляють в рідку фазу, тобто у воду, і тим самим впливають на все живе, так як всі організми потребують води.



Вплив стану атмосфери

Стан і склад опадів в значній мірі залежать від стану атмосфери і тим самим впливають на стан екосистем. Відомі що одна крапля дощу вагою в 50 мг, падаючи з висоти 1 км, омиває 16 л повітря. Беручи до уваги велику поверхню крапель, можна зробити висновок, що 1 л дощової води буде контактувати з $3,26 \cdot 10^5$ л повітря. Звідси випливає, що різні забруднювачі будуть легко вимиватися з повітря. Прикладом цього служать кислотні дощі.

Сама по собі вода, що утворюється при конденсації водяної пари, повинна мати нейтральну реакцію (рН 7). Але навіть в самому чистому повітрі є вуглекислий газ, і дощова вода, розчиняючи його, підкислюється до рН 5,6-5,7, а сорбуючи оксиди сірки і азоту, стає ще більш кислою. Рекорд по кислотності належить шотландському містечку Пітлохрі, де в 1974 р випав дощ з рН 2,4.



Вплив стану літосфери

Контактуючи із величезною кількістю найрізноманітніших мінералів, природна вода розчиняє значну кількість гідрофільних інгредієнтів, серед яких переважають 8 основних іонів: хлор, сульфат-іон, бікарбонат, карбонат, натрій, калій, магній і водневий іон. Без мікро- і макроелементів життя неможливе. Але, з іншого боку відомо, що між жорсткістю води і захворюваннями серцево-судинної системи є зворотна кореляція.

Нафтопереробна промисловість. Стічні води підприємств зазвичай містять нафту, нафтопродукти, феноли, сірчисті з'єднання і ін.

Підприємства хімічної промисловості. Головну роль в забрудненні води відіграють синтетичні поверхнево-активні сполуки (детергенти). Потрапляючи в водойми, вони ускладнюють роботу очисних споруд, біофільтрів, викликають рясне піноутворення, що пов'язано з виносом активного мулу. Деякі сполуки зменшують кількість кисню в воді, інгібують в активному мулі метаболічні процеси.

Машинобудівні підприємства. В їх стоках знаходяться зазвичай нерозчинні мінеральні речовини, нафтопродукти, хром, цинк, мідь, свинець, ціаніди, феноли, масла.

Сільське господарство. Активне ведення сільського господарства пов'язано з використанням мінеральних і органічних добрив, скиданням стічних вод ферм, свинарників, пташників. Наприклад, один комплекс для відгодівлі 10 000 голів худоби дає стільки ж відходів, що і місто з населенням 100 000 людей.

Підприємства харчової промисловості. Органічні речовини від винних і дріжджових заводів, молокозаводів, кондитерських фабрик багаті біогенними елементами, що призводить до процесів евтрофікації водойм

5.3.1 Шляхи впливу гідросфери на людину

Контакт людини зі складовими гідросфери відбувається через верхні дихальні шляхи, шлунково-кишковий тракт і шкіру.

Верхні дихальні шляхи. Це найменш вивчений шлях. Механізм дії зводиться до того, що в насиченому парами води повітрі, що має місце при формуванні туману або смогу, відбувається розчинення в найдрібніших крапельках води різних токсичних домішок, газів. Ці компоненти впливають через величезну всмоктувальну поверхню альвеол легенів насамперед на них самих (обумовлюючи патологію з боку цього органу), а через велике коло кровообігу потрапляють у внутрішнє середовище організму. При цьому оминається найпотужніший фільтр людського організму, де відбувається детоксикація ксенобіотиків, - печінка.

Саме подібним впливом була викликана загибель понад 4 000 осіб під час відомого Великого лондонського смогу в 1952 р. Протягом 4 днів столиця Великобританії була оповита туманом, чому сприяли низька температура і майже повна відсутність вітру. Основна причина летальності - патологія з боку органів дихання, особливо у дітей та осіб старше 55 років. Подібні випадки токсичного смогу ще кілька разів повторювалися у Великобританії. Аналогічні випадки мали місце і в інших країнах, наприклад в США у місті Денвер, де за 5 днів стояння смогу виявилися ураженими 6 000 осіб.



Шлунково-кишковий тракт. Значна частина води, що надходить до організму у вільному стані, всмоктується в дванадцятипалій кишці, порожній кишці і шлунку. Звідси випливає, що при несприятливому стані джерел водопостачання відбувається переважно ураження шлунково-кишкового тракту, що пов'язано з розвитком гастроентеритів.



Шкірні покриви. Людина під час купання контактує з водою через шкіру. Тому при екологічному неблагополуччі водойм можливий контакт з найпростішими, бактеріями, гельмінтами, комахами, що живуть і розмножуються у водному середовищі, тобто відбувається інфікування людини.

Згідно з наявною класифікацією ВООЗ можна виділити п'ять груп захворювань, пов'язаних з екологічним станом гідросфери:

- захворювання від зараженої води (тиф, холера, дизентерія, поліомієліт, гепатит);
- захворювання шкіри і слизових (трахома, проказа);
- захворювання, проміжними хазяєвами збудників яких є молюски або ракоподібні (шистосомоз, ришта);
- захворювання, що проміжними хазяєвами збудників яких є комахи, що живуть або розмножуються у воді (малярія, жовта лихоманка);
- захворювання від забрудненої води.

За даними Світового банку, приблизно 1,2 мільярди людей у світі п'ють забруднену воду.



5.3.2 Механізми нейро- і нефротоксичності

З питною водою в організм людини можуть надходити численні ксенобіотики, у тому числі що впливають на **нервову і видільну системи**. У зв'язку з цим необхідно окремо розглянути особливості **нейро- і нефротоксичності**.

Нейротоксичність - це властивість хімічних речовин викликати порушення структури і / або функцій нервової системи.

Нейротоксичність властива більшості відомих речовин. Тому практично будь-яка гостра інтоксикація в тій чи іншій мірі супроводжується порушеннями функцій нервової системи.

Найбільш важливою умовою прямої дії ксенобіотиків на ЦНС є його здатність проникати через гематоенцефалічний бар'єр (ГЕБ). Речовини, які не проникають через гематоенцефалічний бар'єр, будуть викликати токсичні ефекти на периферії, головним чином в області синаптичних контактів нервових волокон. Патологія, яка розвивається у людини, є наслідком впливу ксенобіотиків на збудливі мембрани, механізми передачі нервового імпульсу в синапсах, пластичний і / або енергетичний (гіпоксія, ішемія) обмін в нервовій тканині.

Найбільшою мірою порушення енергетичного обміну позначається на стані нейронів, в яких високий рівень процесів споживання кисню і синтезу макроергічних з'єднань. У цілому клітини малого розміру з великою кількістю дендритів більш чутливі до гіпоксії (ішемії), ніж великі нейрони з довгими аксонами і малою кількістю дендритів (мотонейрони). Гліальні і ендотеліальні клітини менш чутливі до гіпоксії. Серед структур, утворених сірою речовиною, найбільш чутливими до гіпоксії є кора головного мозку, кора мозочка (клітини Пуркіньє), гіпокамп.

Нейротоксичний процес може виявлятися у формі порушень моторних, сенсорних функцій, емоційного статусу, пам'яті, навчання. Часто порушуються зір, слух, тактильна і больова чутливість і т.д. Сенсомоторні порушення призводять до появи м'язової слабкості, парезів і паралічів.

Гострі нейротоксичні процеси зазвичай обумовлені порушеннями фізіологічних або біохімічних механізмів в нервовій системі і не пов'язані з дегенеративними змінами нервових клітин. Подібні ефекти зазвичай формуються після однократного впливу токсиканту у відносно високих дозах і мають оборотний характер. Як правило, таким чином розвивається інтоксикація речовинами, що порушують передачу нервового імпульсу в синапсах (численні синаптичні отрути), проведення збудження по збудливим мембран (вератрин, тетродотоксин, сакситоксин, етанол, хлороформ та ін.), і деякими речовинами, що порушують енергетичний обмін в мозку (динитрофенол та ін.).

Гострі нейротоксичні процеси в ЦНС виявляються або гіперактивацією нервових структур (збудження, судомний синдром), або їх пригніченням (загальмованість, втрата свідомості), або дезорганізацією вищої нервової діяльності (неадекватні емоції, ілюзії, галюцинації, марення). Прояви гострої нейротоксичної дії на периферії - це, як правило, наслідок порушень проведення нервових імпульсів по рухових, вегетативних волокнах і блокада або спотворення сенсорної інформації (оніміння кінцівок, парестезії, біль).

Нейротоксичні процеси, обумовлені тривалою дією ксенобіотиків, мають зазвичай хронічний перебіг та переважно порушують пластичний (свинець, тетраетилсвинець, тріметілолово, талій, ртуть) або енергетичний (оксид вуглецю) обмін. Їх розвиток часто пов'язаний зі зміною структурних елементів нервової системи: нейронів, їх дендритів і аксонів, мієліну, утворюючих мієлін клітин, ендотеліальних клітин.

Центральні хронічні нейротоксичні процеси, як правило, малоспецифічні. Однак при інтоксикаціях деякими речовинами (тетраетилсвинець) періоду розвитку хронічних ефектів передують досить специфічна клініка гострого порушення функцій мозку.

Нефротоксичність - це властивість хімічних речовин викликати структурно-функціональні порушення нирок. Нефротоксичність може проявлятися як наслідок прямої взаємодії хімічних речовин (або їх метаболітів) з паренхімою нирок, так і опосередкованої дії, головним чином через зміни гемодинаміки, кислотно-лужної рівноваги внутрішнього середовища, масивного утворення в організмі продуктів токсичного руйнування клітинних елементів, що підлягають виведенню через нирки (гемоліз).

Механізми нефротоксичної дії ксенобіотиків різноманітні, але в той же час розвиваються за досить загальним сценарієм. Токсикант, який пройшов через фільтраційний бар'єр в клубочках концентрується усередині канальців в силу реабсорбції більшої частини води, що міститься в первинній сечі. Під впливом градієнту концентрації або в силу процесів активної реабсорбції ксенобіотик надходить в клітини канальцевого епітелію і там накопичується. Нефротоксичність розвивається при досягненні критичної концентрації токсиканту в клітинах.

Порушення гемодинаміки є частою причиною розвитку **токсичних нефропатій**.

При гострому ураженні токсикантом ниркових канальців функції органу можуть порушуватися внаслідок оклюзії (закупорення) просвіту канальців продуктами розпаду клітин епітелію, ретроградного потоку гломерулярного фільтрату, підвищення тиску в капсулі Шумлянського-Боумена, а внаслідок цього і крові в капілярної мережі ниркового клубочка.

Основними проявами ураження нирок токсикантами є:

- гематурія внаслідок пошкодження стінки капілярів клубочків;
- поява білка в сечі більше 0,5 г у добовій пробі (протеїнурія).

Протеїнурія може бути гломерулярного походження, при цьому в сечі виявляються переважно високомолекулярні білки (молекулярна маса понад 40 000 дальтон), і канальцевого - в сечі виявляються переважно низькомолекулярні білки (менш 40 000 дальтон). Гломерулярна протеїнурія вказує на руйнування клубочкового бар'єра кров-сеча; канальцева - на пошкодження проксимальних відділів ниркових канальців.

Основні симптоми цієї патології:

- зменшення кількості сечі - менше 600 мл на добу (олігурія);
- підвищення в плазмі крові азотемічних низькомолекулярних речовин, таких як сечовина, креатинін, β 2 - макроглобуліни і т.п. (азотемія);
- загальний набряк, що під час відсутності серцевої недостатності або цирозу печінки вказує на різке зниження вмісту білка в крові (гіпоальбумінемія);
- гіпертензія, що розвивається внаслідок гломерулосклероза.

Ці прояви комбінуються в певні синдроми. Основними синдромами, що розвиваються в результаті гострих або хронічних інтоксикацій, є:

- гостра ниркова недостатність, що характеризується гострим пригніченням функцій нирок з азотемією і, часто, олігурією;
- хронічна ниркова недостатність - стійке порушення функцій нирок з азотемією, ацидозом, анемією, гіпертензією і рядом інших порушень;
- тубулоінтерстичний нефрит (гострий або хронічний) з різними ознаками канальцевий дисфункцій (протеїнурія канальцевого типу, ацидоз сечі, втрата солей, зниження питомої ваги сечі і т.д.);
- нефротичний синдром, який характеризується тяжкою протеїнурією (більше 3,5 г білка в сечі), гіпопротеїнемією, набряками, гіперліпідемією, гіперліпідурією. Нефротичний синдром може бути наслідком гломерулонефритів різних типів;
- швидкопрогресуючий гломерулонефрит, виявляється гематурією і олігурією, що приводить до ниркової недостатності протягом декількох тижнів.

Як зазначалося вище, найбільший вплив на організм чинить питна вода, з забрудненням якої пов'язують багато захворювань людини. У більшості країн існує перелік основних забруднюючих речовин, які здатні впливати на організм людини і зміст яких в питній воді нормується. Їх перелік і допустимі концентрації можуть істотно відрізнитися

5.4 Неорганічні забруднювачі гідросфери

Нітрати (45 мг/л). Ці компоненти потрапляють в питну воду в основному внаслідок інтенсивного застосування в сільському господарстві азотних і органічних добрив.

Свинець (0,03 мг / л). Свинець у воді має антропогенне походження. Хоча його концентрація у воді нормується, підвищена кількість не виключається. Всмоктування свинцю в шлунково-кишковому тракті становить приблизно 8% від всієї кількості, що потрапила в організм дорослої людини, а ШКТ дітей здатен резорбувати приблизно половину свинцю, що потрапив в організм. Після резорбції свинець в крові з'єднується переважно з гемоглобіном і швидко розподіляється по всьому організму. Свинець здатний формувати з фосфатом в кістковій тканині і зубах важкорозчинні сполуки - фосфат свинцю - і тому знаходиться там дуже довгий період (біологічний період напіввиведення з кісток складає 30 років). Виведення свинцю відбувається в основному через нирки (75%) і шлунково-кишковий тракт (15%). У волоссі, нігтях може накопичуватися до 10% наявного в організмі свинцю. При хронічному впливі свинцю виникає пошкодження гематопоетичної системи, що призводить до гіпохромної анемії.

У механізмі токсичної дії свинцю велика роль також належить лактату свинцю, що утворюється в м'язах при взаємодії свинцю з молочною кислотою. Лактат свинцю легко проникає в нервові і м'язові клітини, реагує з фосфатами з утворенням важкорозчинних фосфатів свинцю, які формують на оболонці клітин бар'єр, що перешкоджає нормальному проникненню в клітини іонів кальцію. Наслідок подібної блокади - нейром'язові ефекти (парези, паралічі), що спостерігаються при свинцевої інтоксикації. Найбільш чутливі до свинцю тканини із швидким темпом росту та ембріональні клітини.

Азбест (вміст не нормується). Може потрапляти в питну воду при корозії цементних водозбірників, що містять азбест, шиферних дахів.

Барій (0,1 мг / л). Здатний акумулюватися в печінці, легенях і селезінці. Пролонгує процес стимуляції м'язового скорочення, блокує передачу нервових імпульсів, викликаючи захворювання нервової системи, системи кровообігу.

Кадмій (0,001 мг / л). В середньому в організм людини надходить близько 10 нг кадмію в день. У шлунково-кишковому тракті всмоктується приблизно до 5% кадмію. Після всмоктування кадмій у кровоносних судинах зв'язується переважно з альбуміном і транспортується в печінку і нирки. Там індукується синтез зв'язуючого метал протеїну (металотіонеїна - термостабільного білка з молекулярної масою 5000-6000 дальтон). Після надходження до клітин нирок Cd з комплексу металлотіонеїн -Cd відщеплюється. Ця незв'язана форма кадмію має високу токсичність, і при концентрації понад 200 мг / кг призводить до ураження нирок.

Миш'як (0,05 мг / л). Застосовується у фармацевтичній, мікроелектронній промисловості (виробництво напівпровідників - арсеніду галію, індію), у виробництві і використанні біоцидів, пестицидів, гербіцидів, засобів захисту деревини та ін. В організм людини надходить в основному з питною водою, яка може бути забруднена до концентрації 40 мкг / л. Надходження з продуктами харчування значно менше. Вплив миш'яку залежить від ступеня валентності цього металу (тривалентний миш'як значнішо більш токсичний, ніж п'ятивалентний). Механізм дії миш'яку зводиться до блокування сульфгідрильних груп ліпосової кислоти, наприклад у піруватдегідрогеназному комплексі, що призводить до його пригнічення.

Хром (0,05 мг / л). Необхідний елемент людського організму. Однак при надлишковому надходженні має токсичну дію. Акумулюється в нирках, селезінці, кістковій тканині, печінці та головному мозку. Володіє канцерогенний ефект. Викликає ураження нирок.

Мідь (1 мг / л). Входить до складу сплаву латуні сантехнічної арматури і внаслідок цього переходить в питну воду. Питна вода в країнах Європи містить в середньому менше 0,01 мг / л міді (допустимий вміст в країнах Євросоюзу - 0,1 мг / л). Мідь - складова частина багатьох металлоензимів, наприклад цитохромоксидази, Zn-Cu -залежної супероксиддісмутази, тирозинази та ін. Надлишок міді - причина характерних захворювань у людини.

При хронічному впливі у дітей на перший план виступають порушення печінки і ослаблення імунної системи. Крім цього, мідь володіє дратівливою дією на шлунково-кишкового тракту, є цитотоксичним агентом, здатним індукувати гепатический цироз.

Фториди (1,5 мг / л). Фтор в концентрації близько 1 мг / л запобігає виникненню карієсу і остеопорозу. При концентрації понад 1,8 мг / л викликає потемніння емалі зубів (флуороз).

Радон. Є радіоактивним елементом, який утворюється при розпаді природного урану або торію. Радон потрапляє в питну воду з навколишніх водоносні шари порід (граніти, базальти, пісок). Концентрація радону в звичайно використовуваної воді мала, але вода з деяких глибоких колодязів і артезіанських свердловин може містити значну кількість радону.

У воді радон представляє двобічну небезпеку:

- вживання питної води з радіоактивним газом може бути причиною злякисних новоутворень шлунково-кишкового тракту, нирок, а також лейкозів;
- за рахунок накопичення в повітрі приміщень, що найчастіше відбувається у ванній кімнаті. Показано, що в середньому концентрація радону у ванній кімнаті приблизно в 3 рази вище, ніж на кухні, і в 40 разів вище, ніж в житлових кімнатах. Дослідження, проведені в Канаді, показали, що всі 7 хв, протягом яких був включений теплий душ, концентрація радону у ванній кімнаті швидко зростала (приблизно в 37 разів) і тільки протягом наступних 1,5 ч поверталася до норми. Подібна дія радону збільшує ризик виникнення раку легенів.

Хлор. Хлор широко використовується для знезараження води від бактерій, вірусів та інших мікроорганізмів. Саме його використання привело до того, що такі хвороби, як холера і тиф, які легко розповсюджуються через заражену воду, практично не зустрічаються в розвинених країнах. Проте існує кілька проблем, які стосуються присутності хлору у питній воді.

По-перше, це проблема якості води. Присутність у воді надлишкової кількості хлору надає їй неприємний смак і «запах плавального басейну».

По-друге, це захворювання, які може викликати сам хлор. Показано, що люди, які п'ють хлоровану воду, мають ризик виникнення раку сечового міхура на 21% більше і ризик виникнення раку прямої кишки на 38% більше, ніж ті, хто п'є воду з невеликим вмістом хлору.

По-третє, дія **хлорзаміщених сполук метану**. Ці сполуки утворюються в питній воді під впливом хлору, навіть коли в ній є нешкідливі органічні сполуки, в тому числі і летючі. Дія хлорзаміщених сполук метану також пов'язують з можливістю індукувати онкологічні захворювання.

5.5 Органічні забруднювачі гідросфери

Леткі органічні сполуки (ЛОС) - домішки, які становлять небезпеку, коли їх концентрація досягає навіть незначних рівнів. Головна особливість - складність і висока вартість їх визначення. До ЛОС відносяться: бензол, тетрахлористий вуглець, вінілхлорид, толуол, дихлоретан та ін.

ЛОС - побічні продукти при виробництві отрутохімікатів, фарб, клеїв, фарбників, парфумерних виробів, перегонці нафти та ін. ЛОС проникають в питну воду в результаті антропогенної діяльності через стічні води підприємств, промислових аварій і халатності. Основний шлях проникнення в питну воду - це потрапляння на поверхню ґрунту, міграція вглиб і досягнення водоносного шару. У значних кількостях ЛОС знаходяться у воді відкритих водойм, річок, особливо в районі розташування індустріальних зон. У зв'язку з виснаженням підземних запасів питної води та використанням все в більших масштабах води відкритих водойм ймовірність забруднення питної води збільшується.

ЛОС - небезпечні домішки і можуть при тривалому впливі бути причиною розвитку ряду захворювань:

ЛОС	ЕФЕКТ	ЛОС	ЕФЕКТ
Дихлорбензол	Ушкодження нирок	Тетрахлористий вуглець	Онкологічні захворювання
Трихлорбензол	Ушкодження печінки, нирок	Пентахлорфенол	
Толуол	Ушкодження печінки, нирок, нервової системи, онкологічні захворювання	Вінілхлорид	
Дихлоретан	Ушкодження печінки, нервової системи	Дихлорметан	
Трихлоретан	Онкологічні захворювання	Хлорзамещені сполуки метану	
Бензол			

5.6 Способи зниження змісту ксенобіотиків у питній воді

Основним способом постачання населенню чистої питної води є система державних заходів, спрямованих на зниження вмісту токсичних забруднювачів у воді. Для цього в кожній країні розроблені і діють нормативні акти і документи, що регламентують вміст різних речовин у воді. Разом із тим відомі і давно використовуються на побутовому рівні і інші способи очищення питної води:

- кип'ятіння. Так як люди споживають велику частину води в вигляді гарячих напоїв і страв (супи, чай, кава), то при кип'ятінні води або приготуванні їжі деякі компоненти в значній мірі випаровуються або випадають в осад;
- фільтрація води з використанням різних типів фільтрів: з активованого вугілля, кераміки та ін., що є найбільш ефективним способом зниження кількості радону в воді;
- використання фільтрів, що працюють на принципі зворотного осмосу.

